



## Verhalten von Elementen bei der Flotation von Aktivmaterial

### Wie weit sind wir mit dem Recycling von Lithium-Ionen-Batterien?

Die Novelle der EU-Batterieverordnung schreibt höhere Recyclingeffizienzen für Lithium-Ionen-Batterien (LIB, 65 Gew.-% bis Ende 2025; 70 Gew.-% bis Ende 2030) vor und setzt anspruchsvollere Ziele für die Rückgewinnungsraten von Lithium Li (50% bis Ende 2027 und 80% bis Ende 2031) sowie für Kobalt Co, Nickel Ni und Kupfer Cu (90% bis Ende 2027 und 95% bis Ende 2031).

Das COMET-Modul FuLIBatteR (Future Lithium-Ion Battery Recycling for Recovery of Critical Raw Materials), aufgeteilt in 3 Projekten, verwandelt Abfälle, die von unserer Gesellschaft erzeugt werden, durch innovative, sektorübergreifende Recyclingansätze in Sekundärrohstoffe. Dies sind Projekt 1, „Abfallwirtschaft und Abfalltechnologische Ansätze für das Recycling von LIBs“, Projekt 2 „Pyrometallurgische Verarbeitung von LIBs und Schwarzsasse“ und Projekt 3 „Biohydrometallurgische Behandlung von LIB-Reststoffen“.

Im Projekt 1 von FuLIBatteR „Waste management and waste technological approaches for LIB recycling“ arbeitet die wissenschaftliche Beteiligung UVR-FIA GmbH (Deutschland, kurz UVR-FIA) an der mechanischen Aufbereitung von Aktivmaterial mittels Schaumflotation. Das primäre Ziel liegt in der Abtrennung des Graphits (C) über das Schaumprodukt, um ein kohlenstoffärmeres Zellenprodukt für weitere Arbeiten im Rahmen von FuLIBatteR zu erzeugen (Pyrometallurgische Behandlung des Zellenprodukts zur Metallrückgewinnung im Projekt 2, biohydrometallurgische Behandlung zur Metallrückgewinnung im Projekt 3). Zusätzlich wird das Flotationsabwasser mittels Ionentauscher behandelt, um eine Rückgewinnung wasserlöslicher Komponenten wie Li oder Phosphor zu quantifizieren. Das C-reiche Produkt wird beispielsweise hinsichtlich einer Verwertung als Sekundärrohstoff in der Feuerfestindustrie (Magnesia-Carbon Steine) bewertet.

Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung der Schaumflotation zur Behandlung des Aktivmaterials. Letzte Versuche wurden in einer 4-Liter Flotationszelle durchgeführt. Unterschiedlichste Flotationsreagenzien werden bei den Versuchen eingesetzt. Für die Grundflotation wurde ein Ligninsulfonat als Dispergiermittel sowie Diesel als Sammler und Pinienöl als Schaumbildner verwendet. Nach der Grundflotation folgen noch eine oder mehrere Kontrollflotationen, um die C-Abtrennung (über das Schaumprodukt) auf einen maximalen Wert zu bringen. Bei diesen Kontrollflotationen werden ebenfalls Diesel und Pinienöl dazugegeben.

Im bisherigen Modulverlauf wurden unterschiedliche Aktivmaterialien getestet (Ni-Mn-Co, kurz NMC, sowie Li-Fe-Phosphat, kurz LFP als Kathodenmaterial, C als Anodenmaterial, Spuren von Aluminium und Cu aus den Ableiterfolien).

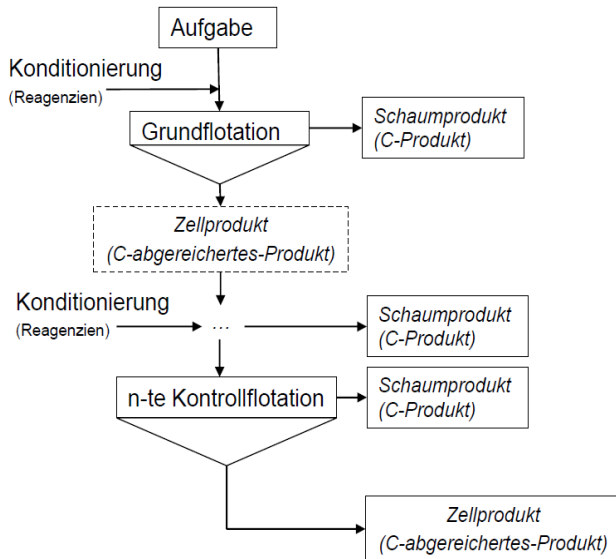


Figure 1: Principle of froth flotation for treating the active material: C carbon/ graphite (Quelle: UVR-FIA).

Ergebnisse zeigten für das Zellprodukt (C-abgereichertes Produkt) C-Gehalte zwischen 6 – 12 Gew.%. Bei anfänglich rund 40 Gew.% C im Aktivmaterial werden somit teilweise bis 90 % des Kohlenstoffs im Schaumprodukt ausgebracht. Für das Schaumprodukt (C-Produkt) wurden C-Gehalte bis zu 93 Gew.% erreicht. Der Rest besteht vorwiegend aus Ni, Co, Al, Cu und Mn in unterschiedlichen Anteilen. Die Selektivität der Flotation bzw. die Qualität der Flotationsprodukte hängen sehr stark vom eingesetzten Aktivmaterial ab.

Neben den Forschungsarbeiten wurden darüber hinaus Anstrengungen unternommen, um das internationale Netzwerk von FuLIBatteR zu vergrößern. Dazu gehört die Teilnahme als assoziierte Beteiligung des IPCEI Eu-BatIn (Teilnahme im Work Stream „Recycling and Sustainability“. Von 14. bis 15. März 2024 wird K1-MET an den EU Battery Convention Days in Bologna (Italien) teilnehmen, um so den Bekanntheitsgrad des Moduls zu steigern. Auf nationaler Ebene laufen die Planungen zur Teilnahme an der „automotive.2024 – Austrian Roads to Excellence“, die am 6. Juni 2024 in Linz (voestalpine Stahlwelt) stattfindet.

Das Modul FuLIBatteR ist Teil des österreichischen Kompetenzzentren-Programms COMET (Competence Center for Excellent Technologies). Dieses Programm wird von der FFG (Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft) koordiniert. FuLIBatteR wird durch das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, das Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft und die Länder Oberösterreich und Steiermark gefördert. Das Konsortium umfasst (alphabetisch aufgelistet) acib GmbH, Audi AG, BOKU University of Natural Resources and Applied Sciences, BRAIN Biotech AG, Coventry University, Ebner Industrieofenbau GmbH, Montanuniversität Leoben, RHI Magnesita GmbH, Saubermacher Dienstleistungs AG, TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH, UVR-FIA GmbH, voestalpine High Performance Metals GmbH und VTU Engineering GmbH. Das Projektkonsortium wird von der K1-MET GmbH als Konsortialführung koordiniert.